

Mint egy pusztító földrengés

Az egész világot megrázta

Szeptember 3-án, vasárnap kora hajnalban az egész Földön megindultak a szeizmométerek és rögzítették, hogy rengéshullámok rázták meg a talajt. A földrengés epicentruma Észak-Korea egyik nukleáris teszthelyére esett.

Észak-Koreában ez volt a hatodik sikeres nukleáris kísérlet, de egyben a legerősebb is. Az egész világot megrázta ennek a pusztító méretű hidrogénbombának a tesztrobbantása. Szó szerint! Olyan nagyméretű földrengést váltott ki a robbantás, amelyet a Föld minden pontján – így hazánkban is – érzékelt a mai modern szeizmométerek. Ereje majdnem hétszer akkora volt, mint annak a bombának, amely 72 évvel ezelőtt elpusztította Hiroshima és Nagaszaki városát.

A Rihter-skála szerint 6,3 magnitúdójúra becsülhető a koreai robbantás mérete – körülbelül ekkora volt a Magyarországon ismert legnagyobb földrengés, amely Komárom városát sújtotta 1763-ban. A hidrogénbomba felrobbanását nyolc perccel később követte egy 4,1 magnitúdójú kisebb földrengés is, amelyet valószínűleg az okozott, hogy egy alagút összeomlott a helyszínen.

Természetes eredetű vagy sem?

Történelmileg a földrengések és robbantások elkülönítésének igénye a nukleáris atomrobbantások megjelenésével kezdődött el. Az utóbbiaknak az egyéb kémiai robbantásoktól és a földrengésektől való elkülönítését a különböző atomcsendegyezmények betartásának ellenőrzése tette szükségessé. Az *Átfogó Atomcsend Szerződés* szerint 1996 óta tilos a nukleáris fegyverek tesztelése a szerződést aláírt 180 országban, de ezt nyolc ország, köztük Észak Korea nem írta alá. A legtöbb atomkísérlet az Amerikai Egyesült Államok, a volt Szovjetunió és Franciaország kormányához kötődött. A robbantások nagy része az 1960-as években történt, számuk az 1990-es években évi 4–5-re csökkent. 1998-ban Pakisztánban és Indiában folytattak még tesztrobbantás, de 2006 óta csak Észak-Koreában végeznek ilyen műveleteket, eddig ez a hatodik.

A szeizmikus hullámok elemzése segítségével meg lehet állapítani, hogy természetes földrengésből vagy mesterséges robbanásból, vagyis robbantásból származnak-e a jelek. Négy különböző nemzetközi megfigyelő rendszer működik együtt, és jelenleg mintegy 90 százalékos biztonsággal lehet ellenőrizni a nukleáris robbantásokat.

A víz alatti robbantások esetében a víz-akusztikus állomások érzékelik a hanghullámokat. Az infrahang-állomások pedig az alacsony frekvenciájú hanghullámokat figyelik, amelyek az atmoszférában terjednek tova egy-egy robbantás során. Ebben az évben telepített a soproni Geodéziai és Geofizikai Intézet a Mátra második legnagyobb csúcsára, Piskéstetőre egy ilyen infrahang-állomást. Mivel a szeptember 3-i robbantást egy földalatti kísérlet során hajtották végre, infrahang megfigyelése nem várható. A radioaktív ionokat mérő állomások a légkörbe került radioaktív melléktermékeket szimatolják. A szeizmikus állomások a talajmozgást regisztrálják, ami általában a leggyorsabb és legmegbízhatóbb módszer a földalatti atomrobbanások felismerésére. A Föld túlsó oldaláról elinduló rengéshullámok körülbelül 20 perc alatt érnek el hozzánk!

Az 1-2 kt közötti atomrobbantások azonosítása a legnehezebb, mert ezek akár kémiai robbantások is lehetnek, illetve nagyon sok ilyen kisebb magnitúdójú természetes földrengés pattan ki a Földön. Az $M=3-4$ körüli földrengések éves száma ~49 000! A kisebb amplitúdójú jelek minősége, így elemezhetősége is romlik. Ezért a monitor hálózatnak egyre érzékenyebbnek kellett lennie, és a detektált szeizmikus jelek tulajdonságait így egyre több, addig nem észlelt tényező módosította. Jelenleg olyan érzékenyek a szeizmométerek, hogy detektálási hatékonyságukat már a háttérzaj módosítja: pl. a szél által keltett talajmozgás, a tenger hullámozása és az ipari tevékenység és városi közlekedés zaja. Azonban nemcsak detektálni kell ezeket a nukleáris robbantásokat, hanem megkülönböztetni a földrengésektől és az ipari robbantásoktól.

A földrengések és robbanások többféle szeizmikus hullámot indítanak el, kezdve a P (primer) vagy az elsődleges hullámokkal, amelyek elsőként érkeznek be a szeizmológiai állomásra, mivel ezek a leggyorsabbak. Ezt követik az S (secunder) vagy másodlagos hullámok, amelyeket nyírási, azaz a terjedésre merőleges elmozdulás jellemez, és kicsit lassabban terjednek. A robbantások jellemzően P hullámokat gerjesztenek, ezért a P és S hullámok erősségének aránya szintén felismerhetővé teszi a robbantásokat. A felületi hullámok terjednek a leglassabban, mivel ezek a Föld felszínéhez kötötten terjedő hullámcsomagok. A felületi hullámok a mélyfészekű rengések esetében szinte teljesen hiányoznak.

Egy földrengés és robbanás között különbséget lehet tenni a fészekmélységük alapján is. Bármilyen, ami 10 kilométernél mélyebb, biztosan természetes eredetű. Ha az epicentrum ismert teszthelyre esik, az is nagyon árulkodó jel.

Elrejtésük

A robbantások is szeizmikus forrásnak tekinthetők, azonban a fészekmechanizmusuk alapjaiban különböznek a földrengésektől. Míg a földrengések két kőzetblokk egymás mentén történő gyors elmozdulása során keletkeznek, addig a robbantások iránytól nem függő hullámforrásoknak tekinthetők. A robbantás technikája miatt ugyanis a robbantás által létrehozott üreg minden oldalát egyforma nyomás éri. Ekkor minden irányban szinte azonos erősségű P, azaz nyomáshullámok indulnak el, gyakorlatilag egy pontból, a keletkező S hullámok aránya pedig kisebb.

Annak érdekében, hogy az atomrobbantások minél kisebb amplitúdójú szeizmikus hullámokat keltsenek – vagyis elrejtsek őket –, különböző technikai fogásokkal élnek. A cél a keletkező szeizmikus hullámok energiájának a detektálási küszöb alá szorítása, illetve, hogy a földrengésekkel összetéveszthető jelek keletkezzenek. Az egyik módszer alkalmazásakor például egy nagy barlangban vagy üledékben robbantanak, így akár 10-szer kisebb jelek keletkezhetnek, mint kemény kőzetben történt robbantáskor.

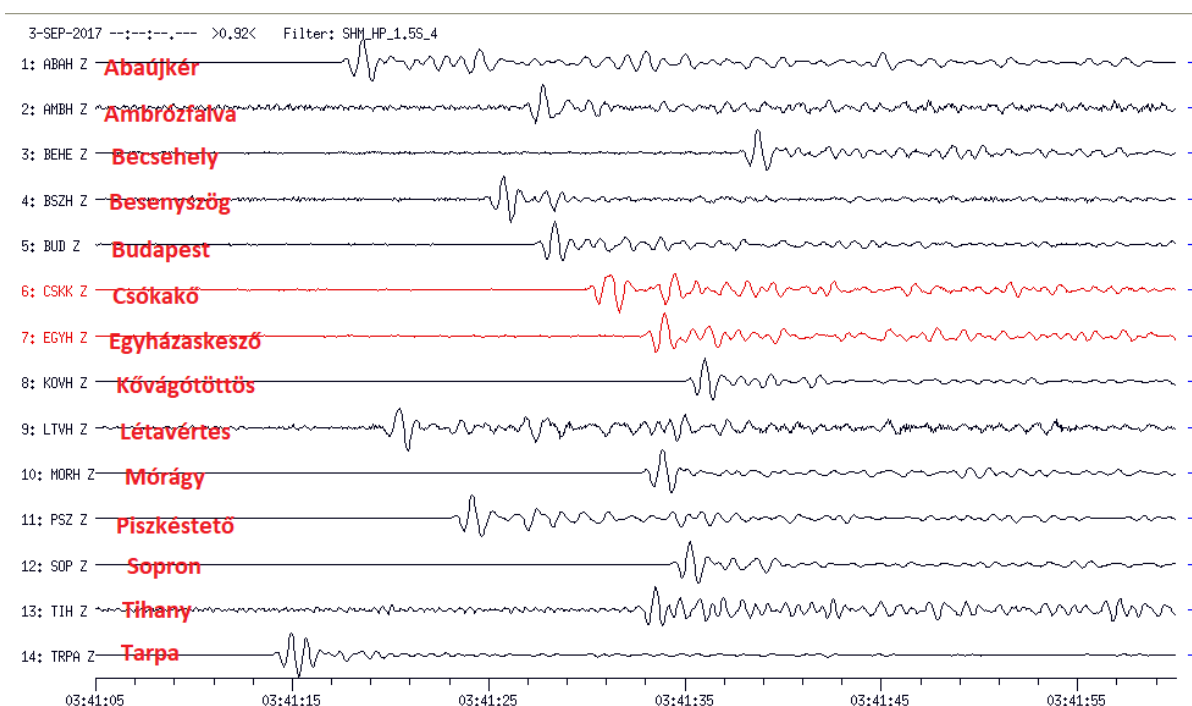
Alkalmazzák a többszörös robbantások módszerét is, amikor az egyes robbantások elhelyezése és időpontja miatt a keletkező jelek hasonlíthatnak a földrengésekéhez. Említésre méltó még a nukleáris robbantások földrengések mögé rejtése is. Ekkor úgy időzítik a robbantás pillanatát, hogy a szeizmikus hullámok egy nagy rengés felületi hullámával együtt jelenjenek meg az ellenőrző állomásokon.

Az atomrobbantás kivitelezési technikájának tökéletesedése miatt már egyre kisebb méretű szeizmikus eseményeket kellett elemezni, ami a mérőállomások számának növekedését és azok érzékenységének javítását eredményezte. Hazánkban jelenleg a megfigyelt szeizmikus események több mint fele nem földrengés, hanem bányarobbanás.

Mekkora volt az ereje?

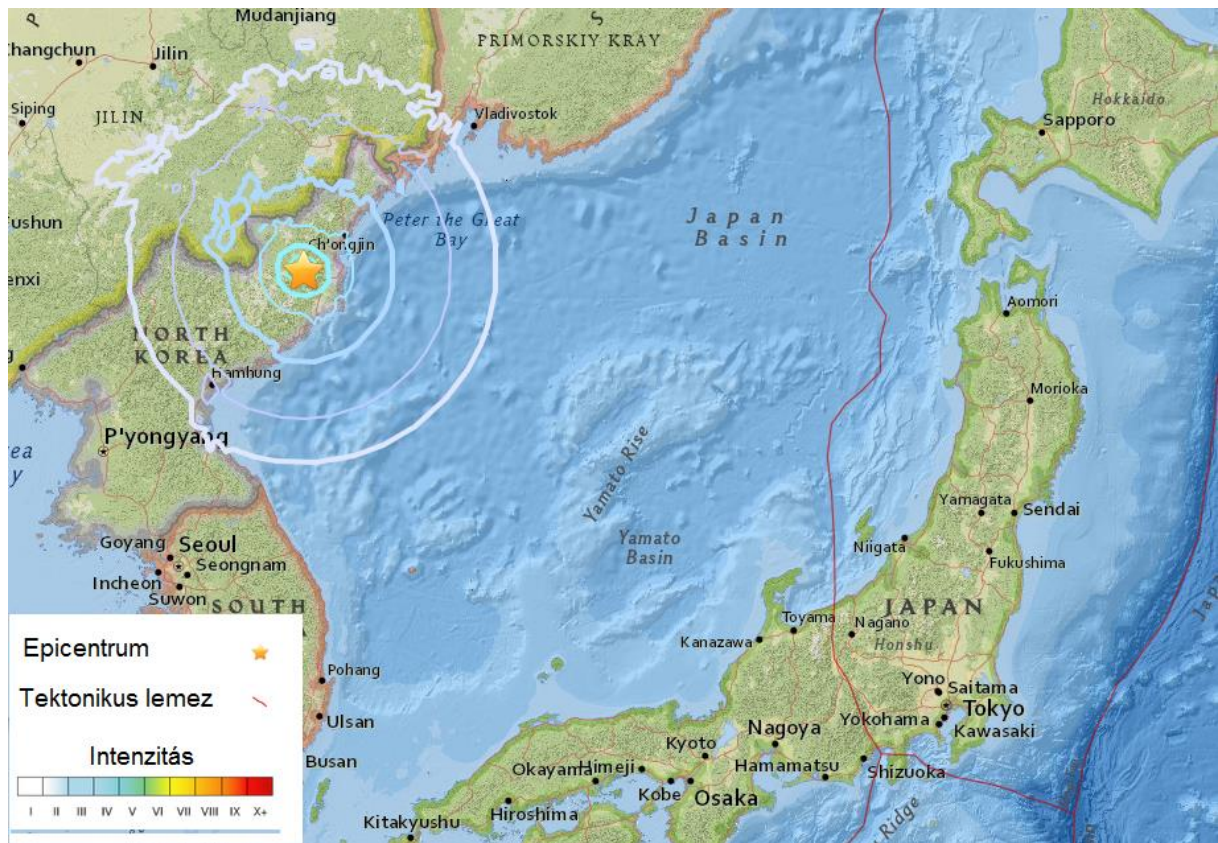
Észak-Korea előre bejelentette ezt a kísérleti hidrogénbomba-robbantást. A tesztet néhány nappal az után hajtották végre, hogy a kommunista diktatúra egy ballisztikus rakétát indított el Japán felett. Ez volt a hatodik nukleáris teszt Észak-Koreában, de eddig a legerősebb is egyben. Az első nyilvánosságra került számítások 10 kilométer mélyre és 10–20 kilotonnányi robbanóanyag: TNT (trinitrotoluol) erejének megfelelő méretűnek mondták a koreai hidrogénbombát.

Ahogy beérkeztek azonban a távolabbi állomásokra is a különböző típusú (P, S és felületi) rengéshullámok, úgy sikerült pontosabban meghatározni a paramétereket, miszerint 100–120 kilotonna volt a bomba ereje. A Hiroshimára és Nagasakira ledobott atombomba 15 kilotonna TNT-vel volt egyenértékű, és óvatos becslések szerint 220 000 halálos áldozattal járt. Ezért nagyon megrázó az előbbieknél körülbelül 7-szer nagyobb erejű hidrogénbomba sikeres felrobbantása.



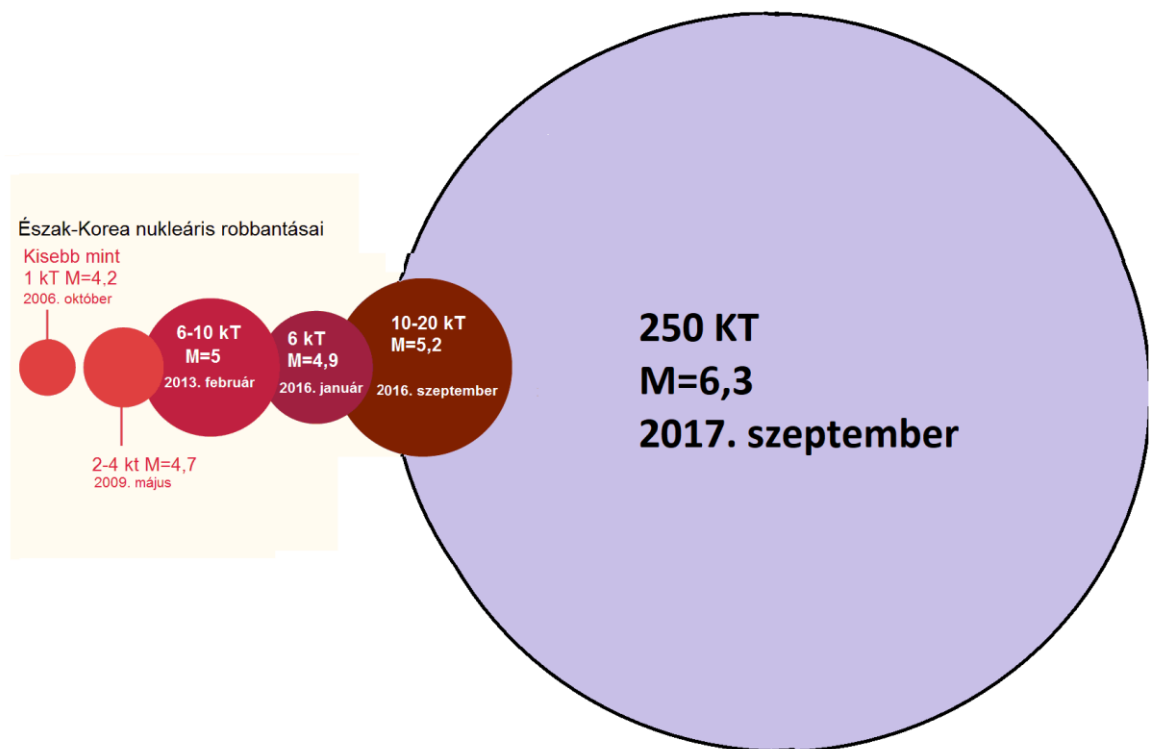
1. Az Észak-Koreában hajnali 03:30:01-kor végrehajtott hidrogénbomba-robbantás hullámai körülbelül 12 perc alatt tették meg a több ezer kilométeres távolságot és 03:41 körül érték el a magyarországi mérőállomásokat. Legelőször a legkeletibb Tarpán levő állomás detektálta, ami 7820 kilométerre volt az epicentrumtól, legkésőbb pedig a becsehelyi, délnyugatra a robbantástól legtávolabb eső magyarországi szeizmométer észlelte. Ezek a kis időkülönbségek az állomások között teszik lehetővé a földrengés vagy robbantás pontos helyének a meghatározását. Látható, hogy egész Magyarországot kissé megemelte és visszadobta a robbantás ereje! (Az idő UTC világidőben van megadva, a Magyarországon használt közép-európai idő télen +1 óra, nyáron +2 óra.)

FORRÁS WWW.SEISMOLOGY.HU)



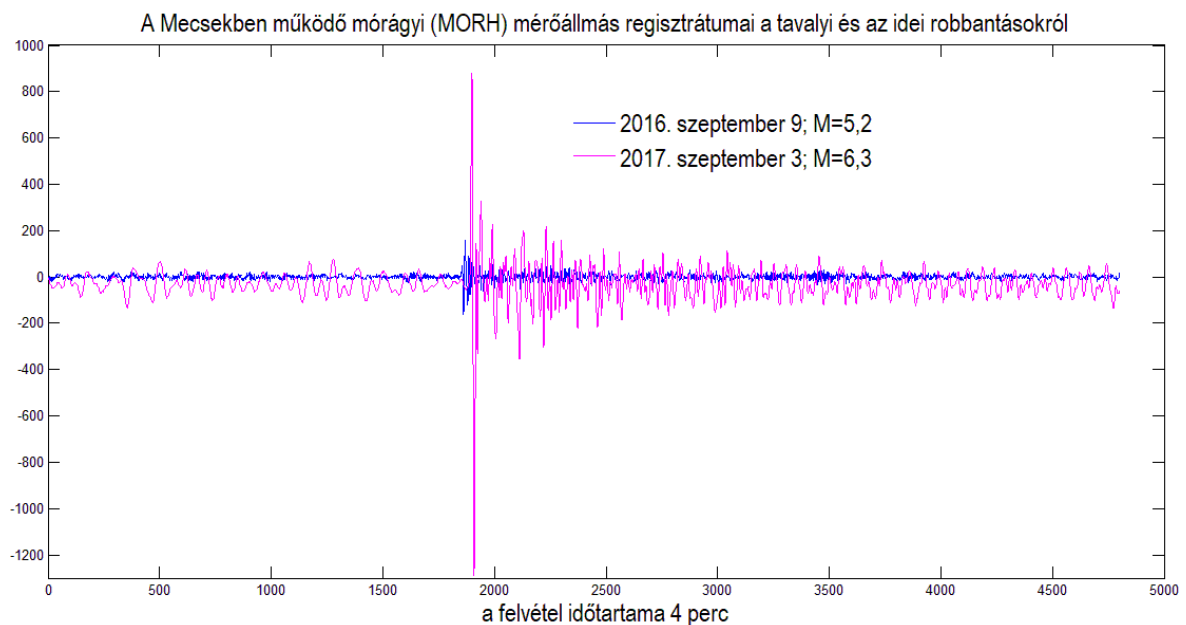
2. Észak-Koreában egy ismert teszthelyre esett a szeizmikus hullámok forrása (csillag). Szerencsére a tektonikus lemezek határától messze esik ez a terület, nem várható hogy földrengéseket indukál ez a robbantás. A csillaggal jelzett terület környezetében (vastag világoskékkel jelölve) emberek által is érezhető volt a robbantás ereje.

(FORRÁS USGS)

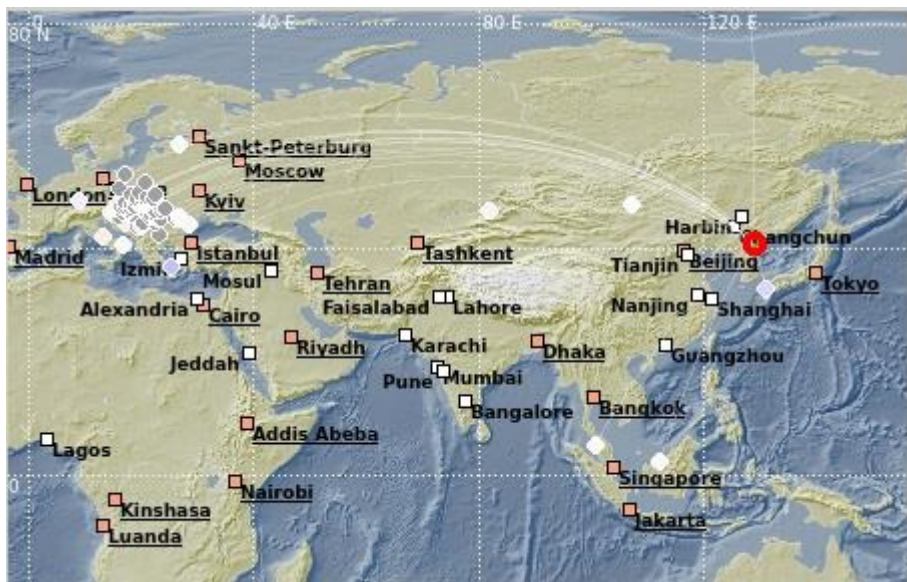


3. A magnitúdó skálán 1 fok emelkedés a rengés erejének 10-szeres, a felszabadult energiának pedig 30-szorosát jelenti

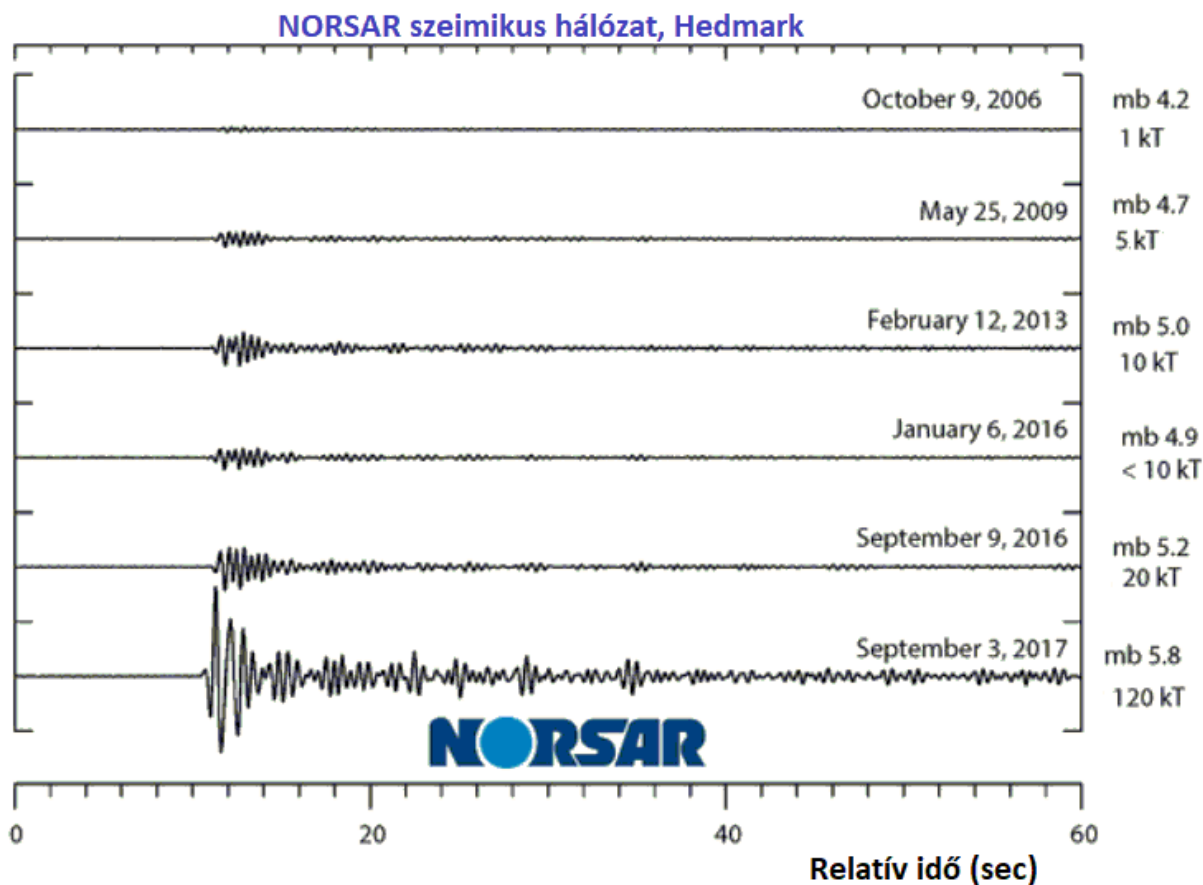
(Forrás CNN-NORSAR)



4. Az Észak-Koreában most végrehajtott robbantás körülbelül 10-szer erősebb talajmozgást okozott, mint az egy évvel korábbi



5. A budapesti Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatóriumban a térképen jelölt állomások beérkezési adatai alapján a bomba felrobbanása után negyed órával már tudtunk az eseményről!



6. A szeizmogramokat ugyanaz a norvégiai NORSAR szeizmológiai állomás rögzítette a korábbi és a mostani észak-koreai robbantásról. Az állomás távolsága a nukleáris teszthelytől 7360 km. A mostani volt a legnagyobb!